

明 細 書

半導体レーザ装置

技術分野

- [0001] この発明は、発光源として半導体レーザアレイを有するとともに、該半導体レーザアレイを効率的に冷却するための構造を有する半導体レーザ装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年、数W〜100Wの高い出力が得られる半導体レーザ装置が開発されている。このような半導体レーザ装置は、レーザメス、レーザハンダゴテ、レーザマーカなど光源としても使用されている。
- [0003] 半導体レーザアレイの電気-光変換効率は、50%程度であるため、投入される電力の半分が熱となる。この熱により、レーザ出力、効率、素子寿命は大きく影響を受ける。このような熱を効率良く冷却するため、熱伝導率が高く、熱容量が大きい水を冷媒とするヒートシンクが用いられる。このようなヒートシンクとしては、例えば、複数の銅製の平板状部材を組み合わせて微細な流路を形成し、この流路内に冷却水を循環させる構造のヒートシンクが知られている。冷却水は、流路の上部に載置された半導体レーザアレイと熱交換して該半導体レーザアレイを冷却する(例えば特許文献1及び2参照)。
- [0004] このような半導体レーザ装置は、複数の半導体レーザアレイが積層されたスタック構造を有する。高出力化を図る場合、複数のヒートシンクが、積層された各半導体レーザアレイの間にそれぞれ挿入される。これらヒートシンクは半導体レーザアレイの冷却を行うだけでなく、半導体レーザアレイの間に電氣的導通路の役割も果たすため、各半導体レーザアレイの作動中にはヒートシンクにも電界が印加される(例えば特許文献1の図1参照)。

特許文献1: 国際公開第00/11717号パンフレット

特許文献2: 特開平10-209531号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] 発明者らは、従来の半導体レーザ装置について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、水を冷媒とするヒートシンクを備えた、従来の半導体レーザ装置では、以下に示す流路の腐食を十分に防止することができず、長期にわたり冷却すべき半導体レーザアレイを効率良くかつ安定して冷却することができないという課題があった。
- [0006] すなわち、上述のような半導体レーザスタック装置においては、ヒートシンクは電気回路の一部を構成し、ヒートシンク自体にも電流が流されることから、該ヒートシンク内部を流れる水にも電流が流れる。冷却水には導電率を抑制したイオン交換水が用いられるが、イオン交換水も $1\text{M}\Omega$ 程度の抵抗値を有するため、 1V 程度の印加電圧により $1\mu\text{A}$ 程度の電流が流れ、流路内でヒートシンクを電極として水の電気分解が発生してしまう。そうすると、流路の内壁に電気化学的に腐食が発生する。このような腐食が進行すると、流路の目詰まり、水漏れ、漏電によるショート等が発生する可能性が大きくなる。
- [0007] この発明は上述のような課題を解決するためになされたものであり、ヒートシンク内の冷媒流路の腐食を防ぎ、長期にわたり半導体レーザアレイを安定して冷却するための構造を備えた半導体レーザ装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0008] この発明に係る半導体レーザ装置は、半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイが搭載されたヒートシンクと、ヒートシンク内を流通する、フルオロカーボンを含む冷媒と、冷媒をヒートシンクに供給する冷媒供給器と、ヒートシンクと冷媒供給器との間に接続され、冷媒が流通する絶縁性配管と、接地された状態で絶縁性配管は内部に配置された導電体とを備える。
- [0009] 上述のように、冷媒として、水よりもはるかに反応性や導電性が低いフルオロカーボン (fluoro carbon) が適用されたことにより、冷媒流路の腐食が防止される。さらに、絶縁性配管内に接地された導電体が配置されることにより、絶縁性配管内をフルオロカーボンが流通した際に生じる静電気を放電できる。
- [0010] この発明に係る半導体レーザ装置において、導電体は、絶縁性配管内の流路断面

を覆うメッシュ構造を有するのが好ましい。導電体がメッシュ構造を有する場合、絶縁性配管内を流通する冷媒との接触面積が広くなるため、発生した静電気を放電する効果が大きくなる。

- [0011] なお、導電体は、冷媒の流線に平行な断面が流線形の部分を含んでいるのが好ましい。この場合、導電体の冷媒に対する抵抗が少なくなるため、絶縁性配管内を流通する冷媒の流速変化を回避することができる。また、導電体の後流で渦が生じ、微小気泡核が生じることも回避可能になる。その結果、キャビテーションの発生がより効果的に防止される。
- [0012] この発明に係る半導体レーザ装置において、絶縁性配管は局所的に内径が拡大した拡張部を含み、該拡張部に導電体が配置されているのが好ましい。この構成によれば、冷媒の流速が高くなる導電体が配置された箇所の流速を、配管の内径を広げることにより低くすることができるので、キャビテーションの発生がさらに効果的に防止される。
- [0013] この発明に係る半導体レーザ装置において、半導体レーザアレイとヒートシンクは、ともに平板形状を有し、これら半導体レーザアレイ及びヒートシンクとにより半導体レーザユニットが構成されている。
- [0014] したがって、この発明に係る半導体レーザ装置は、それぞれが請求項5記載の半導体レーザ装置における前記半導体レーザユニットと同一構造を有する複数の半導体レーザユニットを備えてもよい。この場合、複数の半導体レーザユニットが、半導体レーザアレイとヒートシンクとが交互に配置されるよう、積層されることにより半導体レーザスタックが構成される。
- [0015] この発明に係る半導体レーザ装置は、安定して半導体レーザアレイを冷却することができるため、このような半導体レーザスタックが適用された場合により効果を発揮する。
- [0016] なお、この発明に係る各実施例は、以下の詳細な説明及び添付図面によりさらに十分に理解可能となる。これら実施例は単に例示のために示されるものであって、この発明を限定するものと考えべきではない。
- [0017] また、この発明のさらなる応用範囲は、以下の詳細な説明から明らかになる。しかし

ながら、詳細な説明及び特定の事例はこの発明の好適な実施例を示すものではあるが、例示のためにのみ示されているものであって、この発明の思想及び範囲における様々な変形及び改良はこの詳細な説明から当業者には自明であることは明らかである。

発明の効果

- [0018] この発明に係る半導体レーザ装置によれば、ヒートシンクの冷媒流路の腐食を防ぎ、長期にわたり半導体レーザアレイを安定して冷却することができる。また、安定したレーザ出力が得られる。さらに、フルオロカーボンが絶縁性配管内を通過した際に生じる静電気を放電する構造を備えることにより、静電気による静電気スパーク等が効果的に回避される。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]は、この発明に係る半導体レーザ装置の第1実施例の構成を示す図である。
- [図2]は、第1実施例に係る半導体レーザ装置(図1)における導電体の構造を示す図である。
- [図3]は、第1実施例に係る半導体レーザ装置(図1)における半導体レーザスタックの構造を示す斜視図である。
- [図4]は、微細流路を流通する水及びフルオロカーボンについて、流速と熱抵抗の関係を示すグラフである。
- [図5]は、水及びフルオロカーボンについて、流速とキャビテーション数との関係を示すグラフである。
- [図6]は、水及びフルオロカーボンごとに、図4及び図5に示された関係をまとめたグラフである。
- [図7]は、第1実施例に係る半導体レーザ装置(図1)において、絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。
- [図8]は、この発明に係る半導体レーザ装置の第2実施例の構成を示す図である。
- [図9]は、第2実施例に係る半導体レーザ装置(図8)について、絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。
- [図10]は、この発明に係る半導体レーザ装置の第3実施例に適用される導電体の構

造を示す図である。

符号の説明

[0020] 1、1'…半導体レーザ装置、2a、2b、2c…半導体レーザアレイ、10a、10b、10c…ヒートシンク、20…チラー(冷媒供給器)、40…冷媒、50…絶縁性配管、52、52'…導電体、54…接地線、56…拡径部、100a、100b、100c…半導体レーザユニット、200…半導体レーザスタック。

発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、この発明に係る半導体レーザ装置の各実施例を、図1～図10を用いて詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一部位、同一箇所には同一符号を付して重複する説明を省略する。

[0022] 図1は、この発明に係る半導体レーザ装置の第1実施例の構成を示す図である。図1に示されたように、第1実施例に係る半導体レーザ装置1は、半導体レーザスタック200と、チラー(冷媒供給器)20と、これらを接続する絶縁性配管50と、これらの中を流通する冷媒40とを備える。

[0023] チラー20は、空冷ユニット21と循環ポンプ22を備える。空冷ユニット21は冷媒を冷却し、循環ポンプ22は絶縁性配管50を介して冷媒40を半導体レーザスタック200に供給する。

[0024] 冷媒40はフルオロカーボンから成る。フルオロカーボンは、炭化水素の水素原子の一部あるいは全部がフッ素原子で置換された化合物である。フッ素原子の原子半径は水素原子のそれに比べて大きいため、フッ素原子の置換により、炭素の原子骨格はフッ素原子で被覆されたようになる。また、フッ素原子は電気陰性度が大きく、電子雲はフッ素原子側に局在する。このため、炭素骨格部の電子濃度が低下し、反応性は大幅に低下する。その結果、フルオロカーボンはほとんどの物質と反応しない高い化学的安定性を有する。また、フルオロカーボンは、 $10^{13} \Omega \cdot \text{m}$ という、水の $10^7 \Omega \cdot \text{m}$ に比べてはるかに高い抵抗率を有するので、水と異なり通電による電気分解を起こしにくい。さらに好ましくは、冷媒は、炭化水素の水素原子の全部がフッ素原子で置換された化合物であるパーフルオロカーボン(per fluoro carbon)である。パーフルオロカーボンは、特に化学的安定性が高く、抵抗率も高いため、冷媒として特に好まし

い。

- [0025] 絶縁性配管50は、可撓性を有する絶縁性のパイプである。材質は、ナイロン系樹脂、ポリオルフィン系樹脂等から成る。絶縁性配管50には、冷媒40の流量を調整するための流量調整弁30が設けられている。絶縁性配管50は、配管内部に導電体52が配置されている。導電体52は絶縁性配管50の流路断面を覆うメッシュ構造を有する。このメッシュ状の導電体52は、接地線54と接続され接地されている。
- [0026] 図2は、第1実施例に係る半導体レーザ装置1における導電体52の構造を示す図である。なお、この図2中の領域(a)は、第1実施例に適用されたメッシュ構造を有する導電体を示す斜視図であり、領域(b)は、領域(a)中に示されたI-II線に沿った断面に相当し、メッシュ構造の線材断面が円形形状になっている例を示す図であり、領域(c)は、領域(a)中に示されたI-II線に沿った断面に相当し、メッシュ構造の線材断面が矩形形状になっている例を示す図である。
- [0027] 図2中の領域(a)に示されたように、導電体52は、絶縁性配管40の流路断面を覆うことができる径を持つ円形部材であり、導電性の線材が格子状に編み込まれた構造を有する。導電体の材料としては、冷媒40が反応性がないフルオロカーボンであるため、銅、ステンレス鋼、アルミニウム等、種々の材料が適用可能である。また、図2中の領域(b)に示されたように、導電体52の冷媒40の流線に平行な断面(領域(a)内のI-II線に沿った断面に相当)は、円形形状であってもよい。あるいは、図2中の領域(c)に示されたように、導電体52の冷媒40の流線に平行な断面(領域(a)内のI-II線に沿った断面に相当)は、矩形形状であってもよい。導電体52は、このようなメッシュ構造により冷媒と接触する表面積が広がるため、該導電体に帯電した静電気を放電する効果が大きくなる。一方、絶縁性配管50の内部を流通する冷媒40は、導電体52のメッシュの網目を通して透過することになる。なお、導電体52の形状は、冷媒40との接触面積が大きく、冷媒40を自由に透過させる構造であれば、上述のようなメッシュ構造には限定されない。
- [0028] 図3は、第1実施例に係る半導体レーザ装置における半導体レーザスタックの構造を示す斜視図である。半導体レーザスタック200は、3つの半導体レーザユニット100a〜100c、プラス電極11、マイナス電極12、止めネジ14、供給口16、排出口18を

備える。半導体レーザユニット100a〜100cそれぞれは、半導体レーザアレイ2a〜2c、n型電極6a〜6c、シーリング用シリコンラバー8a〜8c、ヒートシンク10a〜10cを有する。半導体レーザアレイ2aはヒートシンク10aの上面とヒートシンク10bの下面との間に配置され、半導体レーザアレイ2bはヒートシンク10bの上面とヒートシンク10cの下面との間に配置され、半導体レーザアレイ2cはヒートシンク10cの上面に配置されている。このように交互に積層配置された半導体レーザアレイ2a〜2cとヒートシンク10a〜10cは止めネジ14により積層されたまま固定される。

[0029] ヒートシンク10a〜10cそれぞれは導電性であり、プラス電極11、ヒートシンク10a、半導体レーザアレイ2a、n型電極6a、ヒートシンク10b、半導体レーザアレイ2b、n型電極6b、ヒートシンク10c、半導体レーザアレイ2c、n型電極6c、及びマイナス電極12が順次、電氣的に接続されている。プラス電極11とマイナス電極12との間に電圧が印加されることで、半導体レーザアレイ2a〜2cそれぞれからレーザ光が出力される。

[0030] 半導体レーザアレイ2a〜2cそれぞれは、一次元的に配列された複数の半導体レーザ素子を含んでおり、したがって、一列に並んだ複数のレーザ発光スポットを有する。この第1実施例では、複数の半導体レーザ素子がモノリシックに集積された半導体レーザアレイが適用されている。このような半導体レーザアレイでは、通常、活性層や電極を複数のストライプ導波路により分割されている。なお、この発明に係る半導体レーザ装置では、上述のような構造を有する半導体レーザアレイに代えて、独立した複数の半導体レーザチップが一列に配置された構造の半導体レーザアレイも適用可能である。

[0031] 供給口16、排出口18のそれぞれは、半導体レーザユニット100a〜100cを貫通した状態で設けられている。供給口16は半導体レーザユニット100a〜100cの各供給口と連通されており、排出口18は半導体レーザユニット100a〜100cの各排出口と連通されている。シーリング用シリコンラバー8a、8b、8cは、その上に設置されるヒートシンク間の絶縁を確保するとともに、冷媒の漏洩を防止するよう機能する。供給口16及び排出口18は、上述の絶縁性配管50(図1参照)と接続され、冷媒40が流通する。

- [0032] ヒートシンク10a〜10cは、噴流冷却型ヒートシンクである。すなわち、ヒートシンク10a〜10cは、半導体レーザアレイ2a〜2cの直下に設けられた小孔から冷媒を噴出させる構造を有し、その冷媒の噴流乱流により、熱交換を効率的に行うヒートシンクである。また、ヒートシンクはマイクロチャネル型のヒートシンクであってもよく、この場合、微細な冷媒流路に冷媒を流通させることにより、半導体レーザアレイの直下が冷却される。
- [0033] 次に、この第1実施例に係る半導体レーザ装置1の機能について説明する。
- [0034] 当該半導体レーザ装置では、冷媒として従来適用されてきた水に替えてフルオロカーボンが適用されている。図4は、微細流路を流通する水及びフルオロカーボンについて、流速と熱抵抗の関係を示すグラフである。横軸は流速を示し、縦軸は熱抵抗を示す。また、グラフG410は水に関する計算値を示し、記号“○”は実測値を示す。グラフG420はフルオロカーボンに関する計算値を示し、記号“◆”は実測値を示す。
- [0035] 従来から、フルオロカーボンは水に比べて熱伝達特性がかなり劣ることが知られており、半導体レーザアレイの冷媒には適用されていなかった。図4に示されたように、フルオロカーボンの熱抵抗(グラフG420)は、各流速域において水の熱抵抗(グラフG410)に比べてかなり大きく、冷媒として劣ることを示しており、従来からの認識を裏付けている。
- [0036] ところが、発明者らが、実際にフルオロカーボンと水のそれぞれを半導体レーザ装置のヒートシンクの冷媒として適用した場合を想定して実験を行ったところ、フルオロカーボンの熱伝達特性は予想よりも優れていることが判明した。図4中に示された実測値(記号“◆”及び記号“○”で示されている)は、半導体レーザ装置のヒートシンクの冷媒流路を想定した幅1mmの微細な流路にフルオロカーボンと水をそれぞれ流通させ、その流速に対する熱抵抗の測定値がプロットされたものである。図4中の実測値から判るように、実際のフルオロカーボンの熱抵抗は計算値よりもかなり小さく、計算値(グラフG420)では、フルオロカーボンの熱抵抗は水のそれに比べて、各流速域で $1^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以上も大きいものに対し、実測値(記号“◆”)では、その差は $0.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 程度である。なお、水は計算値(グラフG410)及び実測値(記号“○”)は、図4からも判るように、よく一致している。

- [0037] このようにフルオロカーボンの熱伝達特性が計算値よりも、半導体レーザ装置を想定した実測値で優れたものとなる理由は、以下のようなものであると推測される。すなわち、フルオロカーボンは水よりも表面張力が小さい。そのため、半導体レーザ装置のような微細な冷媒流路にフルオロカーボンを流通させると、冷媒流路により微細なところまで進入することができるため、熱伝導の効果が推定したよりも大きくなる。その結果、計算値よりも熱抵抗値が小さくなると考えられる。
- [0038] 以上のことから、フルオロカーボンが半導体レーザ装置のヒートシンク用冷媒に適用された場合、水に近い冷却効率が得られることが判明した。そして、フルオロカーボンは水に比べてはるかに化学的安定性が高く、導電性が低いため、冷媒流路の腐食防止効果が期待できる。
- [0039] 一方、フルオロカーボンが冷媒に適用されると、静電気が生じ易くなる。半導体レーザ装置において、チラーと半導体レーザスタックとの接続は、一般的に可撓性を有する絶縁性配管が適用される。可撓性を有する配管が適用されることで、配管設置の便宜や、ロボット等の移動体に半導体レーザスタックを搭載する際の便宜を図ることができる。そして、高価な金属製のフレキシブルチューブに比べて、絶縁性配管ははるかに安価であるという特徴を有する。また、絶縁性配管は、金属製配管に比べて耐食性に優れるという特徴も有する。
- [0040] しかしながら、 $10^{13} \Omega \cdot m$ という、水の $10^7 \Omega \cdot m$ に比べてはるかに高い抵抗率を有するフルオロカーボンがこのような絶縁性配管内を流通すると、水が冷媒に適用された場合に比べて静電気が発生し易くなる。すなわち、絶縁流体であるフルオロカーボンの流れの摩擦に伴って、絶縁性配管内に帯電する静電気が増加してくる。やがて、帯電した静電気の電圧が高電圧に達すると、隣接物体との間で静電気スパークが発生する。このスパークノイズが装置の誤作動等の原因となる。また最悪の場合絶縁破壊を起こし、配管が破断して冷媒が漏洩する。そこで、上述の第1実施例では、絶縁性配管の内部に、接地された状態でメッシュ状導電体が配置されている。この構成により、帯電した静電気の放電が可能になる。
- [0041] 以上のように、図1に示された第1実施例に係る半導体レーザ装置1が動作する場合は、チラー20により冷却されたフルオロカーボンを含む冷媒40が、絶縁性配管50

を介して半導体レーザスタック200に供給される。冷媒40は、ヒートシンク10a〜10cに供給される。ヒートシンク10a〜10cに供給された冷媒40は、ヒートシンク10a〜10c上に搭載された半導体レーザアレイ2a〜2cを冷却する。ヒートシンク10a〜10cから排出された冷媒40は、絶縁性配管50を介してチラー20に戻され、再び冷却されて半導体レーザスタック200のヒートシンク10a〜10cを冷却する。

[0042] ヒートシンク10a〜10cを流通するフルオロカーボンからなる冷媒40は、冷媒流路を腐食することがないため、長期間にわたり安定して半導体レーザアレイ2a〜2cを冷却することができ、素子寿命の向上、安定した光出力が実現される。また、導電性の低いフルオロカーボンからなる冷媒40が、絶縁性配管50内を流通することにより生じる静電気は、導電体52から接地線54を介して放電され、静電気スパークの発生等が効果的に防止される。

[0043] さらに、フルオロカーボンが冷媒に適用された場合、水の場合と比べてキャビテーションが生じやすいことが判明した。キャビテーションは、流体の流れで局部的に低い圧力を生ずる部分において、流体の蒸発、溶解ガスの分離などが起こり、流体中に空洞を生じる現象である。キャビテーションが発生すると、発熱体との接触面積が減るため、熱交換効率が低下してしまう。

[0044] 図5は、水及びフルオロカーボンについて、流速とキャビテーション数との関係を示すグラフである。なお、図5において、グラフG510は水についての流速とキャビテーション数を示し、グラフG520はフルオロカーボンについての流速とキャビテーション数の関係を示す。この図5から判るように、水(グラフG510)に比べてフルオロカーボン(グラフG520)は、各流速域でキャビテーション数が小さくキャビテーションが生じ易い。特にキャビテーション数が5以下になるとキャビテーション発生リスクが大きくなる。

[0045] 図6は、上述の関係をまとめたグラフである。この図6において、領域(a)は水について、流速と熱抵抗との関係、及び流速とキャビテーション数との関係を示しており、領域(b)はフルオロカーボンについて、流速と熱抵抗との関係、及び流速とキャビテーション数との関係を示している。領域(a)中に示されたグラフG610TFは図4中のグラフG410に相当し、グラフG610CFは図5中のグラフG510に相当している。また

、領域(b)中に示されたグラフG620TFは図4中のグラフG420に相当し、グラフG620CFは図5中のグラフG520に相当している。これらグラフから、流速に対し、熱抵抗とキャビテーション発生リスクは、トレードオフ(二律背反)の関係にあることが判る。キャビテーションが発生すると熱交換効率の低下、また壊食(機械的腐食)といった大きな悪影響が生ずる。したがって、流速を抑えつつ、熱効率を高める必要がある。

[0046] キャビテーションの発生リスクは、冷媒流速の変化によっても影響される。冷媒流速の変化が大きい場合は、平均冷媒流速が同じでも、キャビテーションが生じ易くなる。冷媒流速は、冷媒流路の流路断面積に反比例する関係にある。ところが、上述の第1実施例では、接地された導電体が絶縁性配管内に配置されているので、該絶縁性配管内の流速が変動しやすくなる。図7は、この第1実施例に係る半導体レーザ装置において、絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。なお、図7において、領域(a)は導電体が配置されている絶縁性配管の一部が示されており、領域(b)には対応する位置と冷媒の流速との関係が示されている。

[0047] このように、絶縁性配管50内において、導電体52と接地線54が設けられた箇所では、流速が急激に変化していることが判る。冷媒流速の変化が大きい場合、キャビテーションが生じ易くなることがある。ヒートシンクから離れた箇所に導電体が配置されても、その部分で気泡核が生成するとフルオロカーボンには粘性が高いため、気泡核が消滅しにくい。そして、このような気泡核がヒートシンク付近に流れるとキャビテーションはより生じ易くなる。このため、配管系全体で冷媒流速変動による気泡核生成を抑制する必要がある。

[0048] この場合、例えばチラーの冷媒供給圧力を調整することで冷媒全体の流速を抑えると、熱抵抗が大きくなり、冷却効率が低下する可能性がある。そのため、導電体の配置部分について、局所的に冷媒流速の高速化を抑える必要がある。

[0049] 図8は、この発明に係る半導体レーザ装置の第2実施例の構成を示す図である。この第2実施例に係る半導体レーザ装置1'は、絶縁性配管50は局所的に内径が拡大した拡張部56を含み、拡張部56に導電体52が配置されている点において、上述の第1実施例を異なる。

[0050] 図9は、この第2実施例に係る半導体レーザ装置における絶縁性配管内を流通す

る冷媒の位置と流速との関係を示す図である。なお、この図9において、領域(a)は絶縁性配管50における拡張部56近傍を示し、領域(b)には対応する位置と冷媒の流速との関係が示されている。

[0051] 図9に示されたように、絶縁性配管50内を流通する冷媒の流速は、拡張部56に入ると緩やかに減少する。そして導電体52と接地線54が設けられた箇所に入ると、流速は増加する。しかしながら、拡張部56で流速が減少しているため、導電体52が設けられた箇所での流速増加は少ない。そして、冷媒が導電体52を通過すると、流速はまた減少する。そして、冷媒が拡張部56から排出されると流速や緩やかに増加し、やがて、拡張部56に入る前の流速に戻る。このように拡張部56が設けられることにより、冷媒の流速の変化が抑えられ、キャビテーションの発生を防ぐことができる。また、このように配管の一部分のみを拡張することにより、配管全体を太くする必要がなく、水に比べて比較的高価なフルオロカーボンの量を少なくし、低コスト化を図ることができる。なお、この拡張部56において、絶縁性配管内の導電体が配置された箇所の流路断面積(冷媒通過断面積)と導電体が配置されていない箇所の流路断面積とを等しくすることにより、流速の変動をより一層減少させることができる。

[0052] ところで、図2中の領域(b)や(c)に示されたような断面形状のメッシュ状導電体を冷媒が通過すると、その後流で渦、すなわち微小気泡核が生成しやすくなることがある。そうすると、ヒートシンク部でのキャビテーション生成リスクが増大する可能性がある。

[0053] そこで、絶縁性配管内に配置される導電体の構造を図10に示されたような構造とするのが好ましい。なお、図10は、この発明に係る半導体レーザ装置の第3実施例に適用される導電体の構造を示す図である。この第3実施例に係る半導体レーザ装置は、導電体の構造を除き、上述の第1及び第2実施例のいずれの構成を備えてもよい。

[0054] 図10中の領域(a)は、この第3実施例に適用されるメッシュ形状の導電体の構造を示す斜視図であり、領域(b)は、領域(a)中のI-II線に沿った断面に相当し、メッシュ構造の線材断面が流線形状になっている例を示す図である。図10中の領域(a)に示されたように、この導電体52'もメッシュ構造を有する。しかしながら、領域(b)に示

されたように、導電体52'の絶縁性配管50の流線に平行な断面(領域(a)中に示されたI-II線に沿った断面に相当)は、流線形状になっている。これにより、導電体52'の後流で渦が発生することが回避される。また、導電体52'の抵抗は少ないため、導電体52'を通過する冷媒の流速変化は少なくなり、キャビテーションの発生が効果的に防止される。

- [0055] 以上の本発明の説明から、本発明を様々に変形しうることは明らかである。そのような変形は、本発明の思想及び範囲から逸脱するものとは認めることはできず、すべての当業者にとって自明である改良は、以下の請求の範囲に含まれるものである。

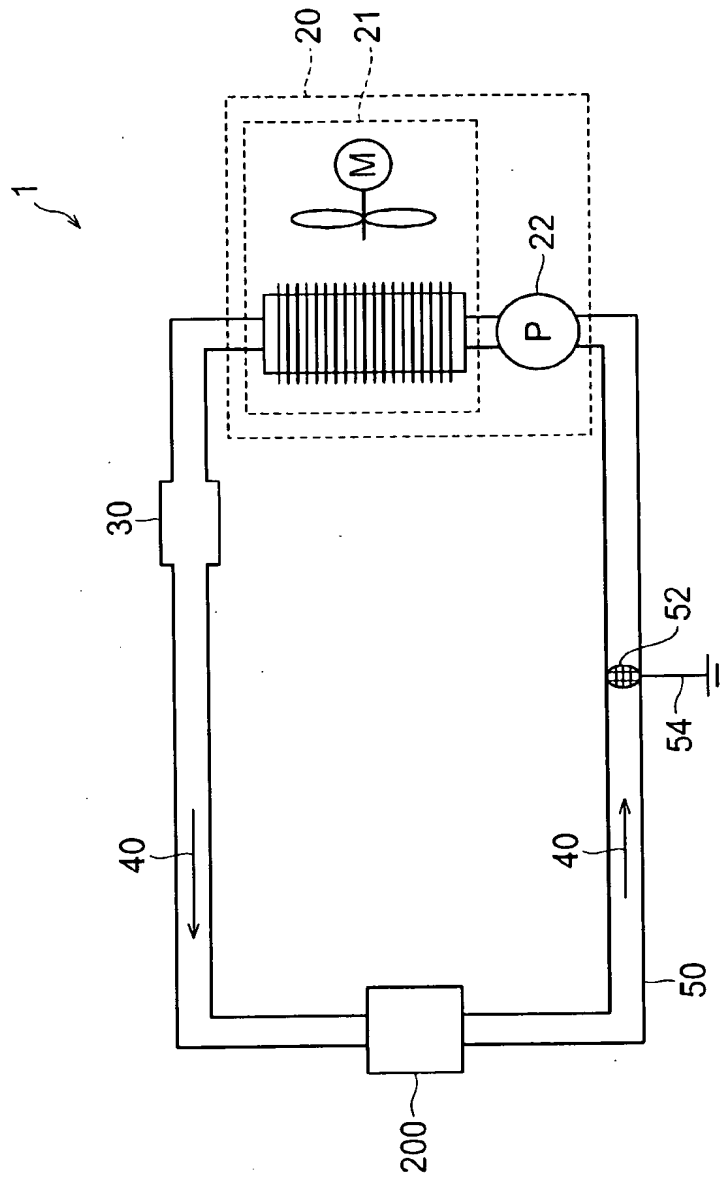
産業上の利用可能性

- [0056] この発明に係る半導体レーザ装置は、数W〜100Wの高い出力が得られるため、レーザメス、レーザハンダゴテ、レーザマーカなどの光源として利用可能である。

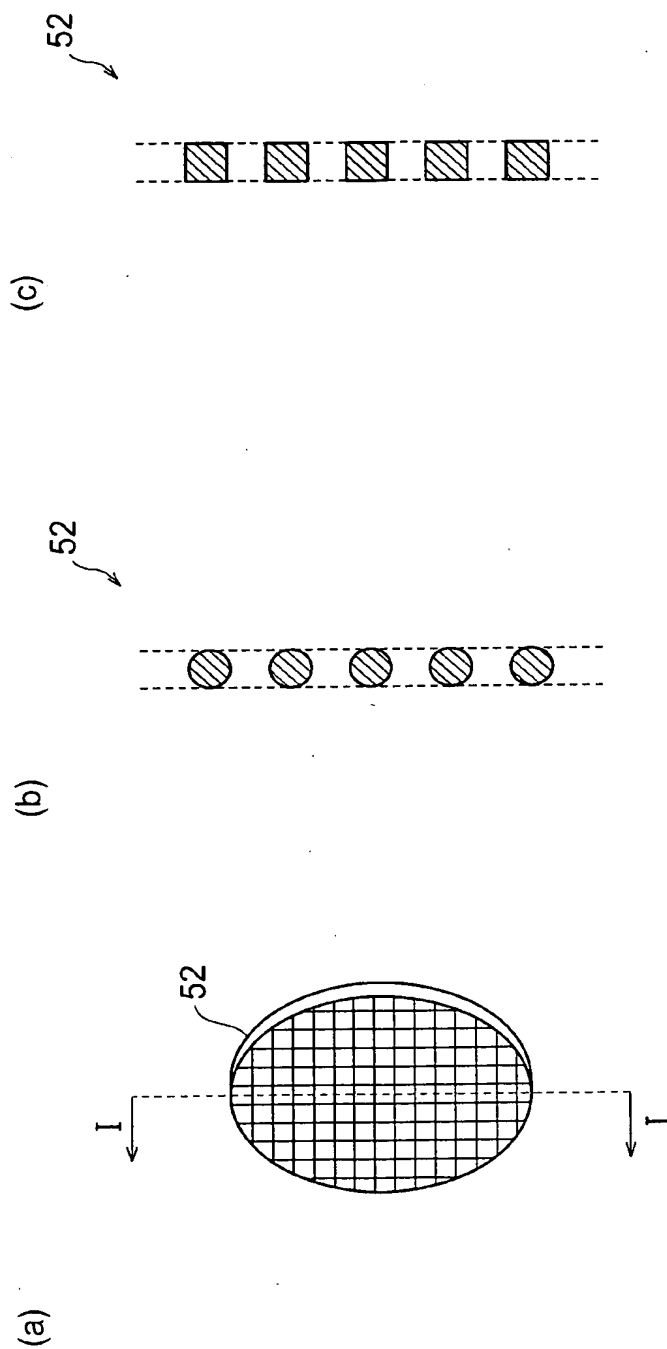
請求の範囲

- [1] 半導体レーザアレイと、
前記半導体レーザアレイが搭載されたヒートシンクと、
前記ヒートシンク内を流通する、フルオロカーボンを含む冷媒と、
前記冷媒を前記ヒートシンクに供給する冷媒供給器と、
前記ヒートシンクと前記冷媒供給器との間を接続し、内部に前記冷媒が流通する絶縁性配管と、そして、
前記絶縁性配管内に、接地された状態で配置された導電体とを備えた半導体レーザ装置。
- [2] 請求項1記載の半導体レーザ装置において、
前記導電体は、前記絶縁性配管内の流路断面を覆うメッシュ構造を有する。
- [3] 請求項1又は2記載の半導体レーザ装置において、
前記冷媒の流線に平行な、前記導電体の断面は、流線形の部分を含む。
- [4] 請求項1〜3のいずれか一項記載の半導体レーザ装置において、
前記絶縁性配管は、局所的に内径が拡大した拡張部を含み、該拡張部に前記導電体が配置されている。
- [5] 請求項1〜4のいずれか一項記載の半導体レーザ装置において、
前記半導体レーザアレイは、平板形状を有するとともに、前記ヒートシンクも、平板形状を有し、これら半導体レーザアレイ及びヒートシンクにより半導体レーザユニットが構成されている。
- [6] それぞれが請求項5記載の半導体レーザ装置における前記半導体レーザユニットと同一構造を有する複数の半導体レーザユニットを備え、
前記複数の半導体レーザユニットは、前記半導体レーザユニットと前記ヒートシンクとが交互に配置されるよう、積層されている半導体レーザ装置。

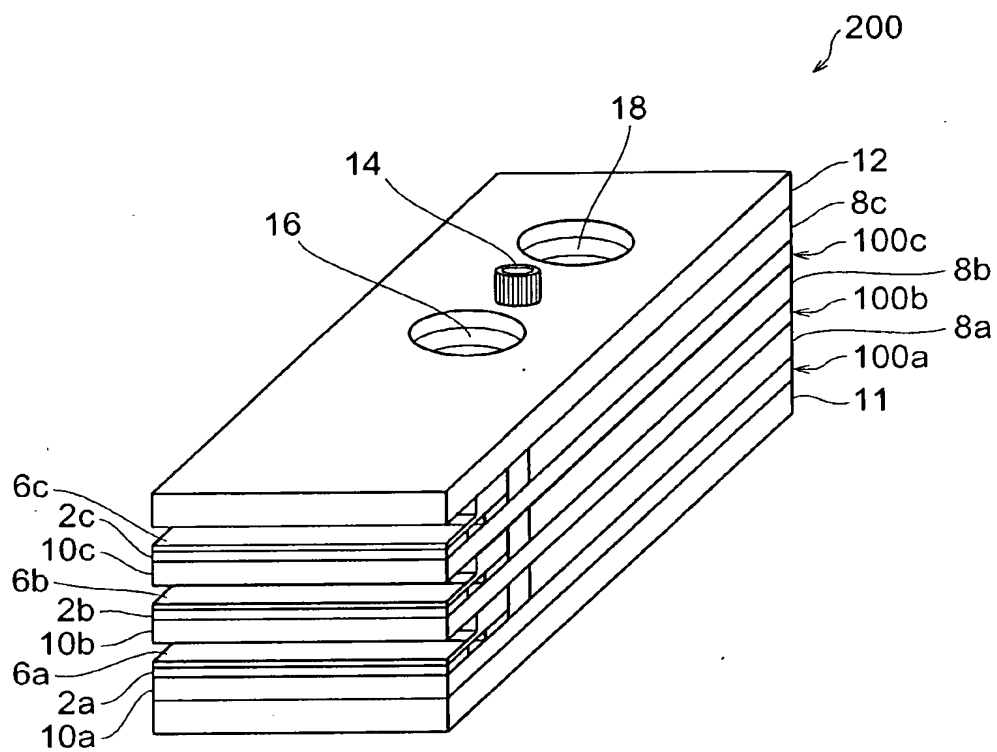
[図1]



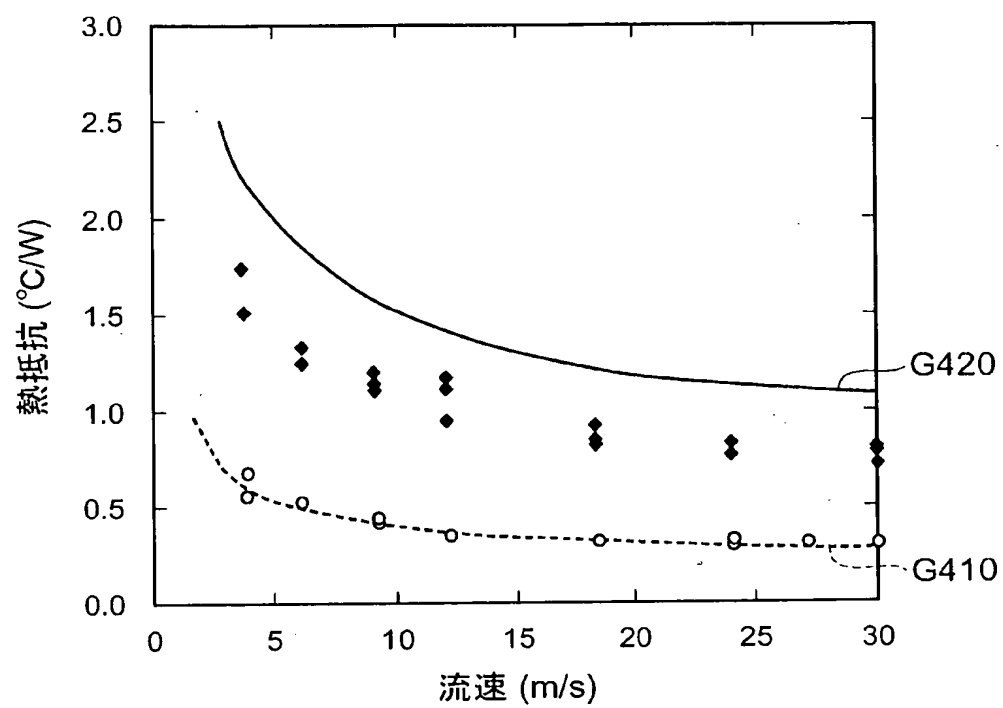
[図2]



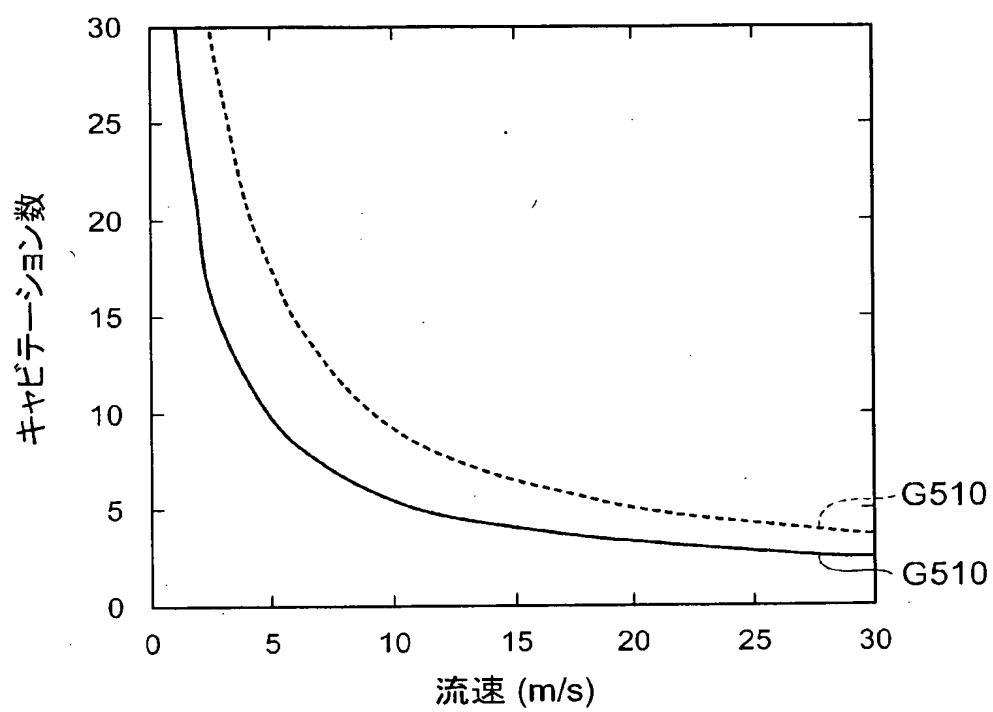
[図3]



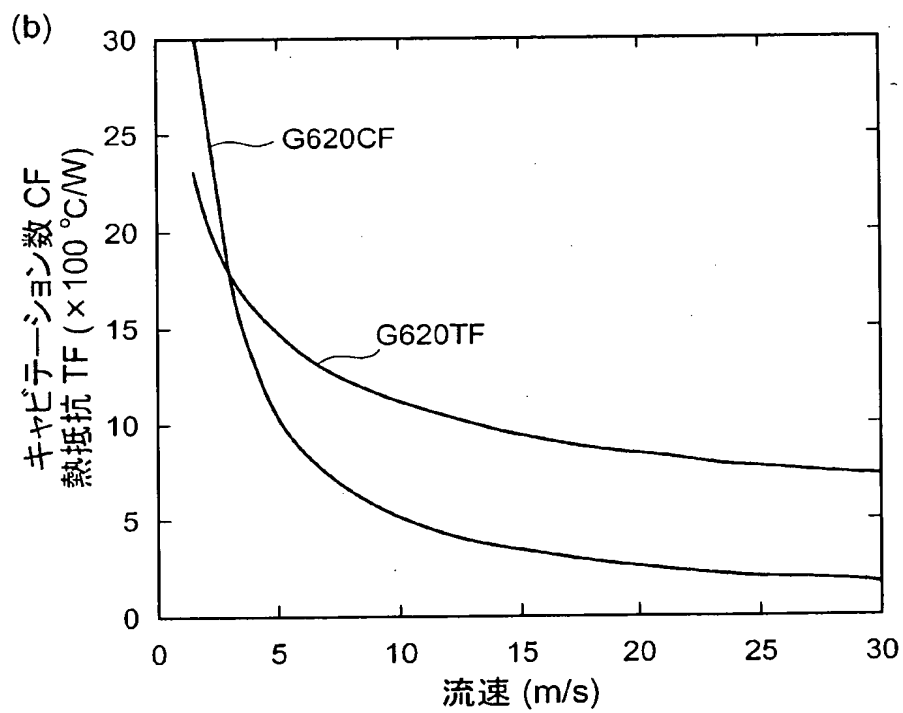
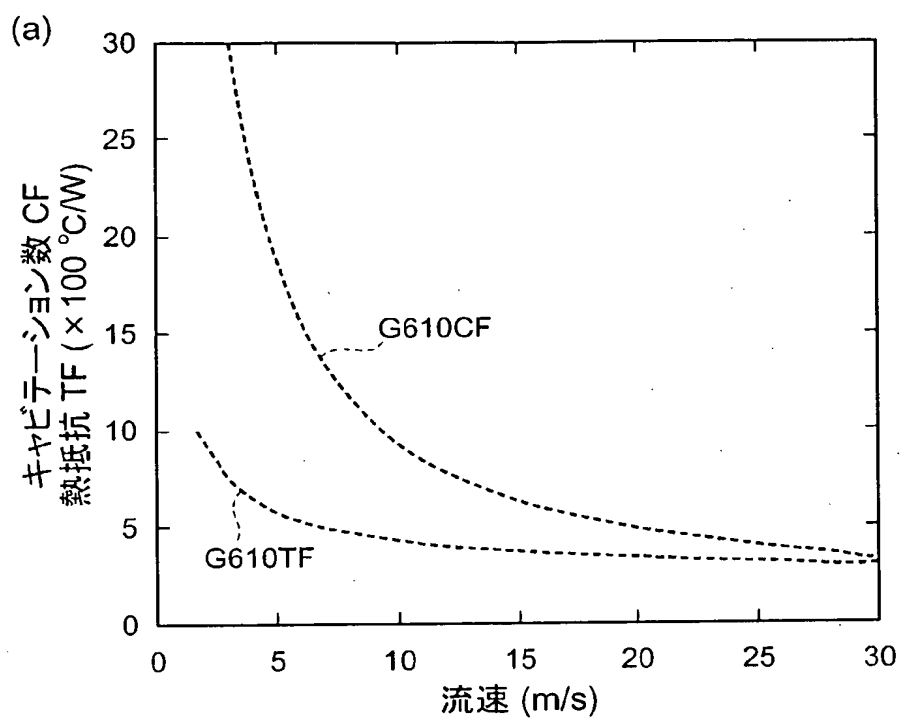
[図4]



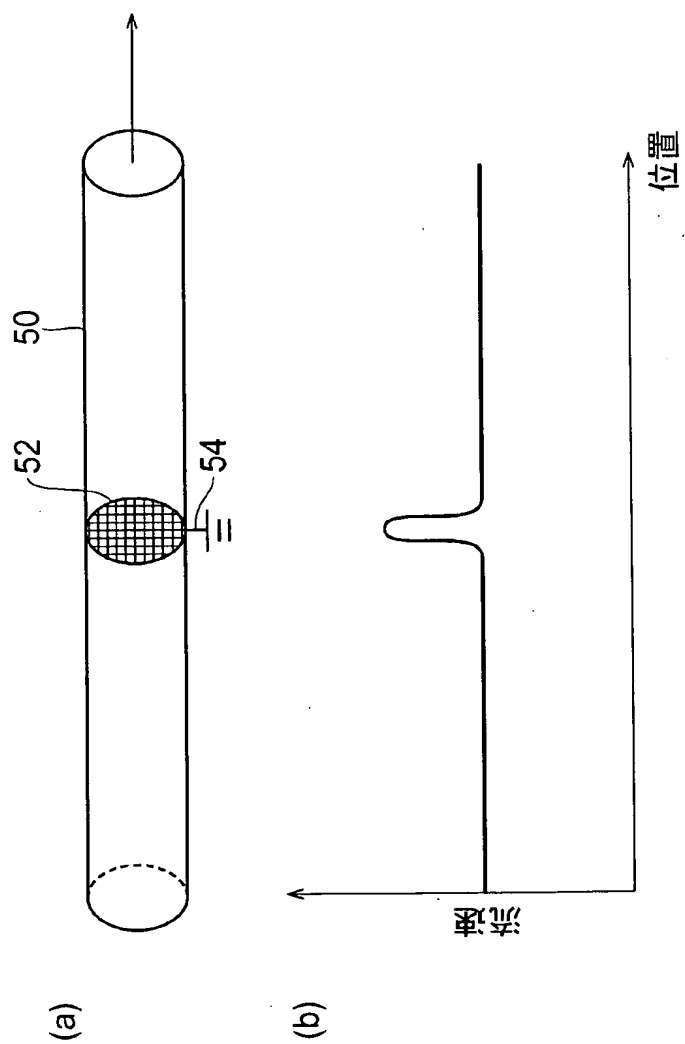
[図5]



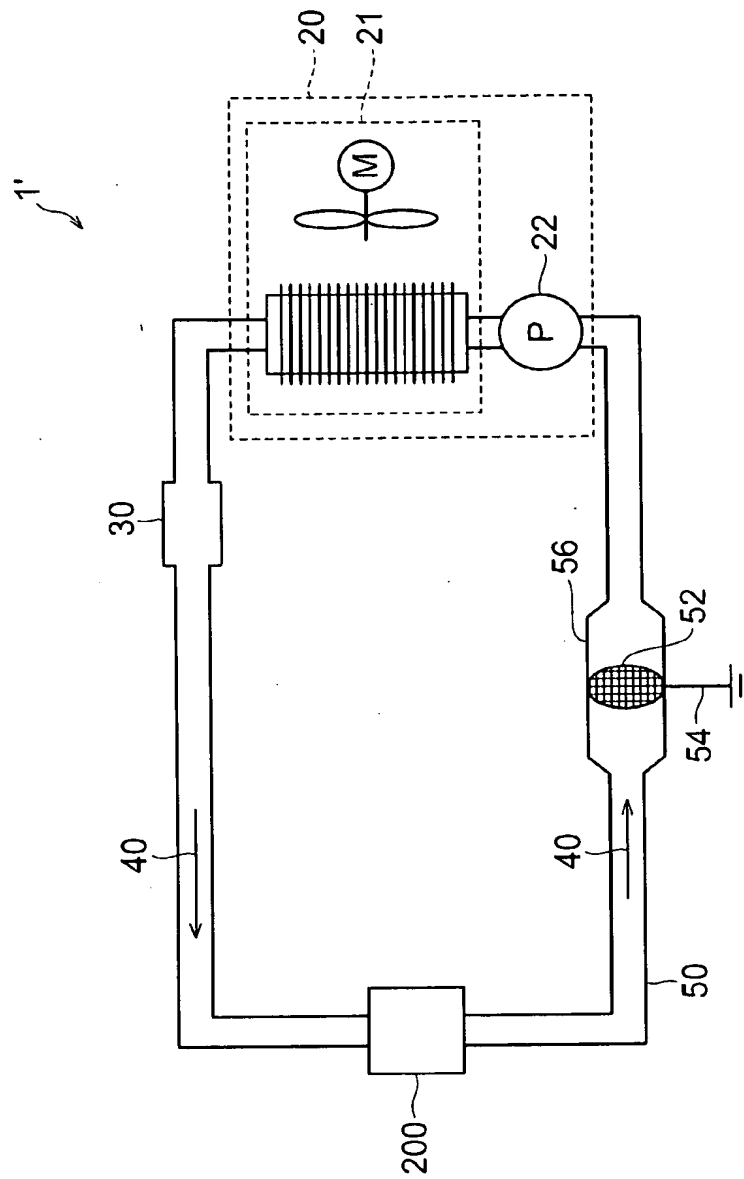
[図6]



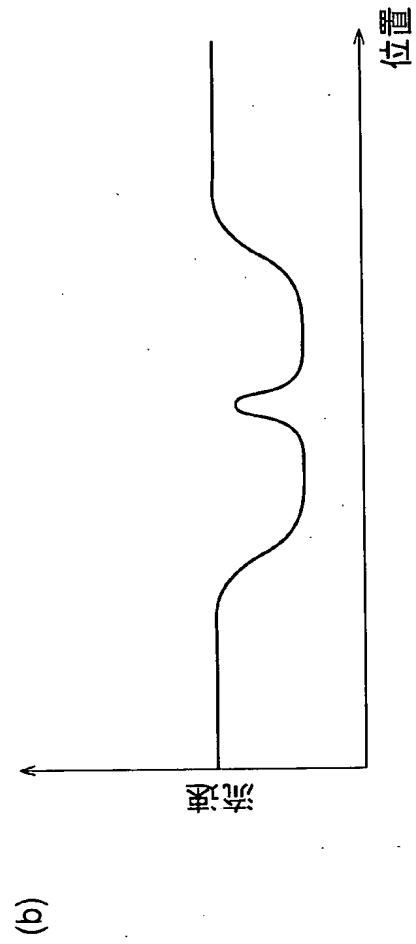
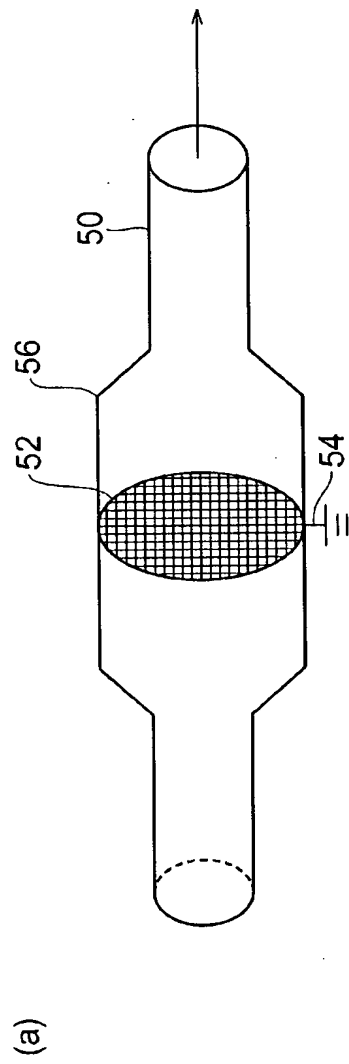
[図7]



[図8]



[図9]



[ 10]

